



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : 0 479 678 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : 91402634.9

(51) Int. Cl.⁵ : C03C 17/00; C03C 17/10,
C03C 17/25, C23C 4/12

(22) Date de dépôt : 03.10.91

(30) Priorité : 05.10.90 DE 4031489

(43) Date de publication de la demande :
08.04.92 Bulletin 92/15

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur : SAINT-GOBAIN VITRAGE
INTERNATIONAL
"Les Miroirs" 18, avenue d'Alsace
F-92400 Courbevoie (FR)

(84) BE CH ES FR GB IT LI LU NL SE AT

(71) Demandeur : VEGLA Vereinigte Glaswerke
GmbH

Viktoriaallee 3-5
W-5100 Aachen (DE)

(84) DE

(72) Inventeur : Blank, Kurt, Dr.
Haselsteig 13

W-5100 Aachen (DE)

Inventeur : Decker, M. Jens
Bahnhofstrasse 18b

W-5340 Bad Honnef (DE)

Inventeur : Gebhardt, Franz, Prof. Dr.
Feldstrasse 12

W-5102 Würselen (DE)

Inventeur : Janes, Sigmar, Dr.
Klosterweg 5a

W-5300 Bonn 1 (DE)

Inventeur : Schäfer, Wolfgang, Dr.
Kuhlweg 31

W-5100 Aachen (DE)

(74) Mandataire : Muller, René et al
SAINT-GOBAIN RECHERCHE 39, quai Lucien
Lefranc-BP 135
F-93303 Aubervilliers Cédex (FR)

(54) Procédé de revêtement de vitrages par un procédé de projection thermique.

(57) Lors du revêtement de vitrages en verre au silicate à l'aide d'un procédé de projection thermique, en particulier à l'aide du procédé de projection à flamme ou à plasma, les vitrages sont refroidis au cours du processus de projection dans la région de la surface attaquée par le courant de flammes ou, selon le cas, de gaz chaud. De cette manière, on évite la formation de tensions de traction dangereuses, qui peuvent mener à la destruction des vitrages.

Un appareil de projection à flammes ou à plasma pour la réalisation du procédé selon l'invention comprend une garniture de refroidissement à fixer au chalumeau de projection comportant des tuyères (24) dirigées vers la surface du verre, lesquelles tuyères sont alimentées en air comprimé ou en un autre gaz de refroidissement sous pression.

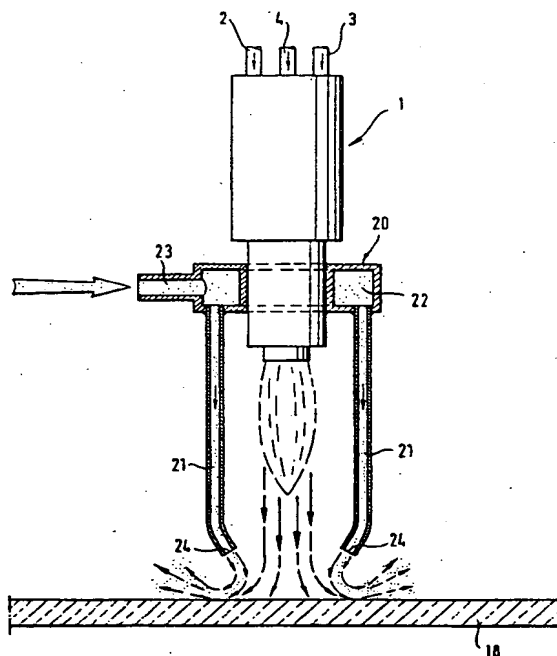


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

EP 0 479 678 A1

La présente invention concerne un procédé de revêtement de vitrages en verre au silicate par des métaux, des oxydes métalliques ou d'autres matières céramiques à point de fusion élevé à l'aide d'un procédé de projection thermique comme le procédé de projection à la flamme ou le procédé de projection au plasma.

L'emploi du procédé de projection à la flamme et du procédé de projection au plasma pour revêtir des vitrages au silicate par des métaux, des oxydes métalliques ou d'autres matières céramiques à haut point de fusion est connu ("Plasmaspritzen auf Glas", Voir Silikattechnik 1981, pages 310/311). Pour le revêtement par des oxydes à haut point de fusion et d'autres matières céramiques à haut point de fusion, en règle générale, on préfère le procédé de projection par poudrage, dans lequel la poudre à pulvériser est insufflée dans le courant de gaz chaud ou, selon le cas, dans la flamme et est entraînée et fondue par ce courant.

On sait que, lors du traitement du verre par des chalumeaux de projection à flamme ou à plasma, du fait de la dilatation thermique qui se produit à la surface du verre, des tensions de compression apparaissent. Ces tensions de compression entraînent d'une part l'apparition de tensions de traction correspondantes dans les régions du vitrage qui restent plus froides, lesquelles tensions peuvent entraîner une rupture des vitrages. Par ailleurs, des tensions de traction peuvent également apparaître dans les régions chauffées du vitrage, lorsque le réchauffement du verre est si fort que ce dernier se ramollit si bien que les tensions de compression sont éliminées par la déformation plastique du verre. Dans ce cas, les tensions de traction apparaissent lors du refroidissement ultérieur du verre.

Pour éviter l'apparition des tensions de traction dangereuses et donc la rupture du vitrage, on sait que l'on peut réchauffer les vitrages avant la projection du revêtement de manière uniforme, jusqu'au-dessus de la température de détente, de telle sorte que les tensions induites par le réchauffement intensif lors de l'induction puissent être éliminées. Ce réchauffement du vitrage qui se produit avant le processus de revêtement représente un stade de travail supplémentaire, qui est, en outre, synonyme de frais d'énergie considérables.

La présente invention a pour but d'aménager le procédé de projection thermique pour le revêtement d'un vitrage de telle sorte qu'il puisse être réalisé avec une plus grande économie sans faire apparaître de tensions de traction dangereuses qui pourraient se traduire par la rupture du vitrage.

Selon la présente invention, on atteint ce but en refroidissant le vitrage, au cours du processus de projection, dans la région superficielle attaquée par le courant de flammes ou de gaz chaud.

En principe, il est possible de refroidir intensive-

ment le vitrage au cours du processus de revêtement, dans la zone qui est en regard de la surface à revêtir. De préférence, cependant, on refroidira la surface à revêtir elle-même en dirigeant, au voisinage direct du courant de gaz chaud chargé de matière de revêtement, un ou plusieurs courants de gaz froid intensifs sur la surface du verre.

Au plan du pouvoir adhésif de la matière projetée sur la surface de verre, plusieurs facteurs jouent de manière connue un rôle déterminant, notamment des facteurs physiques comme l'ancrage superficiel mécanique du verre et de la matière projetée, ainsi que des réactions chimiques à l'interface. L'ancrage mécanique tout comme les réactions chimiques aux interfaces sont considérablement favorisés par les hautes températures. On a cependant constaté que le refroidissement de la surface de verre selon l'invention au voisinage direct de la région superficielle sollicitée par le courant de flammes ou, selon le cas, de gaz, ou le refroidissement de la face arrière du vitrage ne compromet pas sensiblement l'adhérence des couches projetées. En dépit du refroidissement intensif, le réchauffement superficiel du verre suffit au contraire pour assurer un bon pouvoir adhésif de la matière projetée. La conductibilité thermique relativement faible du verre contribue de manière décisive à cet effet avantageux. Il est à supposer que les particules pulvérulentes fondues incidentes réchauffent la surface de verre ponctuellement et brièvement en passant par la température de ramollissement et se lient à cette surface bien que la température moyenne de la surface de verre sollicitée reste sensiblement plus basse et soit encore abaissée par le refroidissement. De manière surprenante, on empêche donc, grâce au refroidissement, l'apparition de tensions dangereuses dans le verre et simultanément, malgré le refroidissement, on obtient une bonne liaison de la matière projetée avec la surface du verre.

La présente invention part en outre du principe que, au cours du processus de revêtement de vitrages selon l'invention, le profil de tensions qui se forme sur l'épaisseur du vitrage est peu susceptible de mener à la rupture du vitrage. En revanche, les tensions de traction dites de membrane sont plus dangereuses. Les tensions de membrane agissent uniformément sur toute l'épaisseur du vitrage dans la direction du plan du vitrage; elles sont occasionnées par le fait que, au cours du processus de revêtement, la température moyenne sur toute l'épaisseur du vitrage subit des modifications locales. Les tensions de compression de membrane apparaissent dans les régions revêtues plus chaudes du vitrage; elles occasionnent des tensions de traction de membrane compensatoires dans les régions plus froides, qui dépendent fortement de la géométrie des zones revêtues et non revêtues et, comme mentionné ci-dessus, atteignent des valeurs qui dépassent largement la résistance à la traction du verre. Grâce au refroidis-

sement selon l'invention des surfaces de verre au recto ou au verso, ces tensions de traction de membrane dangereuses dans les régions non revêtues sont évitées ou maintenues à un niveau suffisamment bas pour que soit largement évitée la production des tensions de compression de membrane suscitées par la dilatation thermique, qui font naître ces tensions de traction de membrane compensatoires.

On réalise le procédé selon l'invention de manière appropriée en adjoignant au chalumeau de projection une tuyère de gaz froid, qui agit sur la région superficielle immédiatement voisine de la région attaquée par le courant de flammes ou de gaz. Ces tuyères de gaz froid sont en partique d'une conformation telle, débouchent à une telle distance de la surface du verre et sont alimentées de gaz froid d'une manière telle qu'elles produisent chaque fois des coefficients de transmission de chaleur moyens qui sont au moins dix fois plus grands que les coefficients de transmission de chaleur moyens produits par le courant de flammes ou, selon le cas, de gaz chaud.

Une autre forme de réalisation du procédé selon l'invention consiste à refroidir, à partir du verso non revêtu, soit le vitrage entier, soit, de manière appropriée, uniquement les régions superficielles à revêtir. Cela s'effectue de manière appropriée par un montage de tuyère fixe à l'aide duquel le verso du vitrage est sollicité dans les régions superficielles correspondantes par de l'air froid à température ambiante. Le système de refroidissement doit produire, au cours du processus de revêtement, un coefficient de transmission de chaleur qui soit au moins dix fois plus grand que les coefficients de transmission de chaleur moyens produits par le courant de flammes ou le courant de gaz chaud.

Ci-dessous, quelques formes de réalisation d'une structure d'un appareil convenant pour la réalisation du procédé et pour le revêtement de vitrages par diverses matières à haut point de fusion, seront décrites plus en détail en se référant aux dessins ci-annexés dans lesquels :

la Fig. 1 représente un chalumeau de projection à flamme comportant une garniture tubulaire à double paroi pour la protection du courant de flammes et le refroidissement de la surface du substrat, et

la Fig. 2 est un chalumeau de projection à flamme comportant une garniture de refroidissement dotée de tuyères tubulaires.

Dans le cas du chalumeau de projection à flamme 1 représenté dans les dessins, il s'agit d'un chalumeau de projection à flamme approprié pour poudrage à la flamme de structure usuelle comprenant un tube d'alimentation 2 pour le gaz de combustion, par exemple de l'acétylène, un tube d'alimentation 3 pour l'air de combustion, ou, selon le cas, l'oxygène et une conduite d'alimentation 4 pour la poudre qui constitue

la matière de revêtement.

En principe, le chalumeau de projection peut cependant être constitué d'un chalumeau de projection à plasma dans lequel, entre une tige de tungstène jouant le rôle de cathode et une anode annulaire refroidie à l'eau et conformée en tuyère, il se forme un arc qui ionise un courant de gaz. Ce courant de gaz ionisé réchauffe la poudre céramique, qui est entraînée par un second courant de gaz dans la flamme.

Dans la forme de réalisation représentée sur la Fig. 1, on a fixé sur la tête du chalumeau de projection 1 coaxialement à la tuyère de celui-ci, un tube de protection à parois multiples 7, qui entoure le courant de flammes ou de gaz chaud. Le tube de protection 7 comprend un espace fermé cylindrique creux intérieur 10 formé par les deux sections tubulaires 8 et 9 agencées concentriquement, lequel espace 10 est parcouru par de l'eau froide. L'eau de refroidissement est acheminée par la tubulure de raccordement 11 dans l'espace creux 10 et est évacuée par la tubulure de raccordement 12. Le refroidissement à l'eau empêche un trop fort échauffement du tube de protection. Grâce au tube de protection fermé, le courant de flammes est protégé vis-à-vis de l'air environnant. De cette manière, dans le cas de matières à très haut point de fusion, le processus de fusion de la poudre est amélioré. En outre, le courant de flammes ou, selon le cas, le courant de gaz, est protégé vis-à-vis de l'entrée d'oxygène de l'air de telle sorte que, grâce à cet appareil, les matières puissent être atomisées dans une atmosphère réductrice, ce qui est nécessaire par exemple lors de la projection de métaux.

Il est prévu, concentriquement aux deux sections tubulaires 8 et 9, une autre section tubulaire 13 qui forme, avec la section tubulaire 9, un autre espace intermédiaire cylindrique creux 14. A son extrémité avant, l'espace intermédiaire 14 est ouvert et forme ainsi une tuyère à fente annulaire 15. Dans l'espace intermédiaire 14, de l'air de refroidissement à température ambiante est acheminé sous pression via la conduite d'alimentation 16. Dans le cas où la matière projetée doit l'être en l'absence d'oxygène, au lieu de l'air froid, on acheminera dans l'espace intermédiaire 14, via la conduite d'alimentation 16, de l'azote ou un autre gaz inerte sous pression. L'air froid ou le gaz froid s'échappe par la tuyère annulaire 15 et exerce, en rencontrant la surface du vitrage 18, un important effet de refroidissement sur celle-ci.

Sur la Fig. 2 est représentée une autre forme de réalisation d'un chalumeau de projection à flammes 1 doté d'une garniture de refroidissement, lequel chalumeau est à nouveau un chalumeau de poudrage à flammes avec une conduite d'alimentation 2 pour le gaz de combustion, une conduite d'alimentation 3 pour l'oxygène ou l'air de combustion et une conduite d'alimentation 4 pour la poudre de revêtement. Dans ce cas, on a installé sur le corps du chalumeau de projection 1 une couronne 20 à laquelle sont raccordées

deux tuyères tubulaires 21. Les tuyères tubulaires 21 ont, par exemple, une longueur de 25 cm et un diamètre interne de 4 à 6 mm. La couronne 20 présente un espace creux 22 en forme de canal annulaire, dans lequel de l'air de refroidissement est admis via la tubulure 23. Cet espace creux en forme de canal annulaire 22 permet de mettre en liaison les tuyères tubulaires 21 de telle sorte que l'air de refroidissement, qui est admis sous pression dans le canal annulaire, s'échappe des orifices 24 des tuyères et s'écoule sur la surface du vitrage 18. Cette forme de réalisation convient tout particulièrement pour la projection de matières dans une atmosphère oxydante dans le cas où ces matières ne présentent pas une température de fusion très élevée.

On trouvera ci-dessous quelques exemples de revêtement de vitrages flottés de 2 à 5 mm d'épaisseur par diverses substances à haut point de fusion.

Exemple 1.-

Un vitrage est revêtu de titanate d'aluminium (Al_2TiO_5), dont la température de fusion se situe à environ 1860°C. A cet effet, on utilise un chalumeau de projection à flamme du commerce, qui est doté de la garniture de refroidissement représentée sur la Fig. 2. Comme gaz de combustion, on utilise de l'acétylène et de l'oxygène. Le chalumeau de projection est alimenté de poudre de titanate d'aluminium d'un calibre granulométrique de 10 à 40 μm , en quantité de 20 à 30 g/min, dans un courant de gaz véhiculaire. La garniture de refroidissement est raccordée à une conduite d'air sous pression par laquelle de l'air de refroidissement est acheminé dans la garniture de refroidissement sous une pression d'environ 6 bars. La distance entre les tuyères de projection et la surface du verre lors de la projection est de l'ordre de 30 cm, les tuyères de refroidissement elle-mêmes étant à une distance d'environ 2 cm de la surface du verre. Le diamètre du courant de flammes au point d'impact avec le vitrage atteint environ 40 mm et la température du gaz enflammé au point d'impact avec le vitrage atteint environ 780°C. L'appareil peut être déplacé d'un côté à l'autre de la surface du verre de manière répétée à une vitesse d'environ 60 m/min.

Exemple 2.-

Un vitrage est doté d'une couche superficielle brun-noir de basalte, dont la température de fusion est d'environ 1500°C. On utilise en l'occurrence de la poudre de basalte ayant une granulométrie moyenne comprise entre 5 et 20 μm , qui est acheminée à l'aide d'un convoyeur de poudre du commerce dans un courant de gaz véhiculaire, en quantité de 20 à 30 g/min, au chalumeau de projection à flamme. On utilise à nouveau un chalumeau de projection à flamme du commerce avec la garniture de refroidissement repré-

sentée sur la Fig. 2. Le chalumeau de projection à flamme est mis en oeuvre avec de l'acétylène et de l'air dans le cadre d'un acheminement neutre des flammes. Comme gaz de refroidissement, on utilisera à nouveau de l'air comprimé sous une pression d'environ 6 bars. La température du courant de flammes atteinte directement au point d'impact avec le vitrage est d'environ 780°C et le diamètre du courant de flammes est d'environ 40 mm à une distance de la tuyère de projection d'environ 22 cm. L'appareil de projection est déplacé sur la surface de verre à revêtir à une vitesse d'environ 60 m/min, de manière répétée.

Exemple 3.-

Un vitrage doit être revêtu d'une couche d'aluminium métallique. Pour cela, on utilise de la poudre métallique d'aluminium d'une granulométrie de 80 à 120 μm . La projection se fait en atmosphère réduite. A cet effet, on utilise le dispositif de projection à flamme représenté sur la Fig. 1, de l'azote sous une pression de 5 bars étant acheminé à titre de gaz de refroidissement dans le tube de protection. La poudre d'aluminium est à nouveau admise en quantité de 20 à 30 g/min dans le chalumeau de projection à flamme, qui est activé par de l'acétylène et de l'air comme gaz de combustion. La distance du tube de protection et donc de la tuyère d'échappement annulaire pour le gaz de refroidissement est d'environ 2 à 3 cm au cours du processus de projection. Le chalumeau de projection muni du tube de protection est déplacé d'un côté à l'autre de la surface du vitrage à revêtir à une vitesse relative vis-à-vis de la surface du verre d'environ 60 m/min, de manière répétée. La température du courant de flammes ou du courant du gaz enflammé atteint à l'impact avec la surface de verre environ 900°C.

Dans les trois exemples de réalisation, le verre était attaqué en chaque point de la surface à traiter, au cours d'un processus de projection à flamme, pendant 0,035 seconde, directement par le courant de flammes. Entre deux opérations de traitement à la flamme successives, on respectait une pause d'environ 0,46 seconde.

Revendications

1.- Procédé de revêtement d'un vitrage en verre au silicate par des oxydes métalliques ou d'autres matières céramiques à haut point de fusion à l'aide d'un procédé de projection thermique comme le procédé de projection à la flamme ou le procédé de projection au plasma, caractérisé en ce qu'on refroidit le vitrage au cours du processus de projection dans la région de la surface attaquée par le courant de flammes ou, selon le cas, par le courant de gaz chaud.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on refroidit le vitrage dans la zone qui est en regard de la surface attaquée par le courant de flammes ou le courant de gaz chaud.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on refroidit le vitrage sur la surface attaquée par le courant de flammes ou de gaz chaud immédiatement à côté de la région superficielle attaquée par le courant de flammes ou le courant de gaz chaud.

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le refroidissement du vitrage est assuré par un ou plusieurs courants de gaz froid, en particulier des courants d'air froid.

5.- Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'on adjoint, au chalumeau de projection, une ou plusieurs tuyères alimentées d'air froid ou de gaz froid.

6.- Appareil pour la réalisation du procédé selon les revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la tête de la tuyère du chalumeau de projection (1) est dotée d'un tube de protection (7) à parois multiples entourant le courant de flammes, qui, à son extrémité frontale, forme une tuyère à fente annulaire (14) pour le gaz de refroidissement ou, selon le cas, l'air de refroidissement.

7.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le tube de protection (7) présente une chemise de refroidissement interne parcourue par de l'eau de refroidissement (8, 9, 10).

8.- Appareil pour la réalisation du procédé selon les revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'on fixe sur le chalumeau de projection (1) une garniture de refroidissement, qui comporte une ou plusieurs tuyères tubulaires (21) orientées parallèlement au courant de flammes ou de gaz chaud et raccordées à un canal d'alimentation (22) pour acheminer l'air de refroidissement ou le gaz de refroidissement.

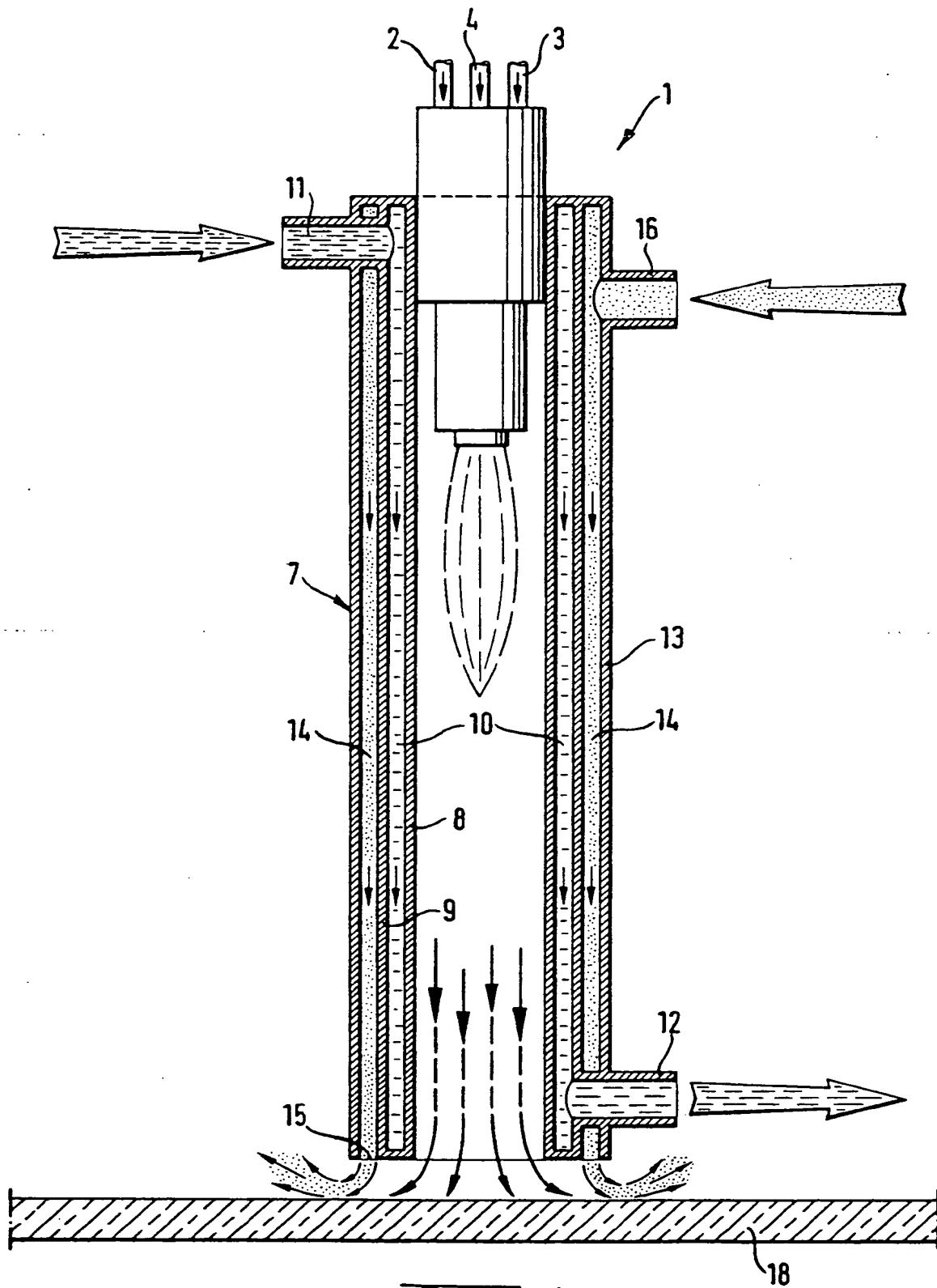


Fig. 1

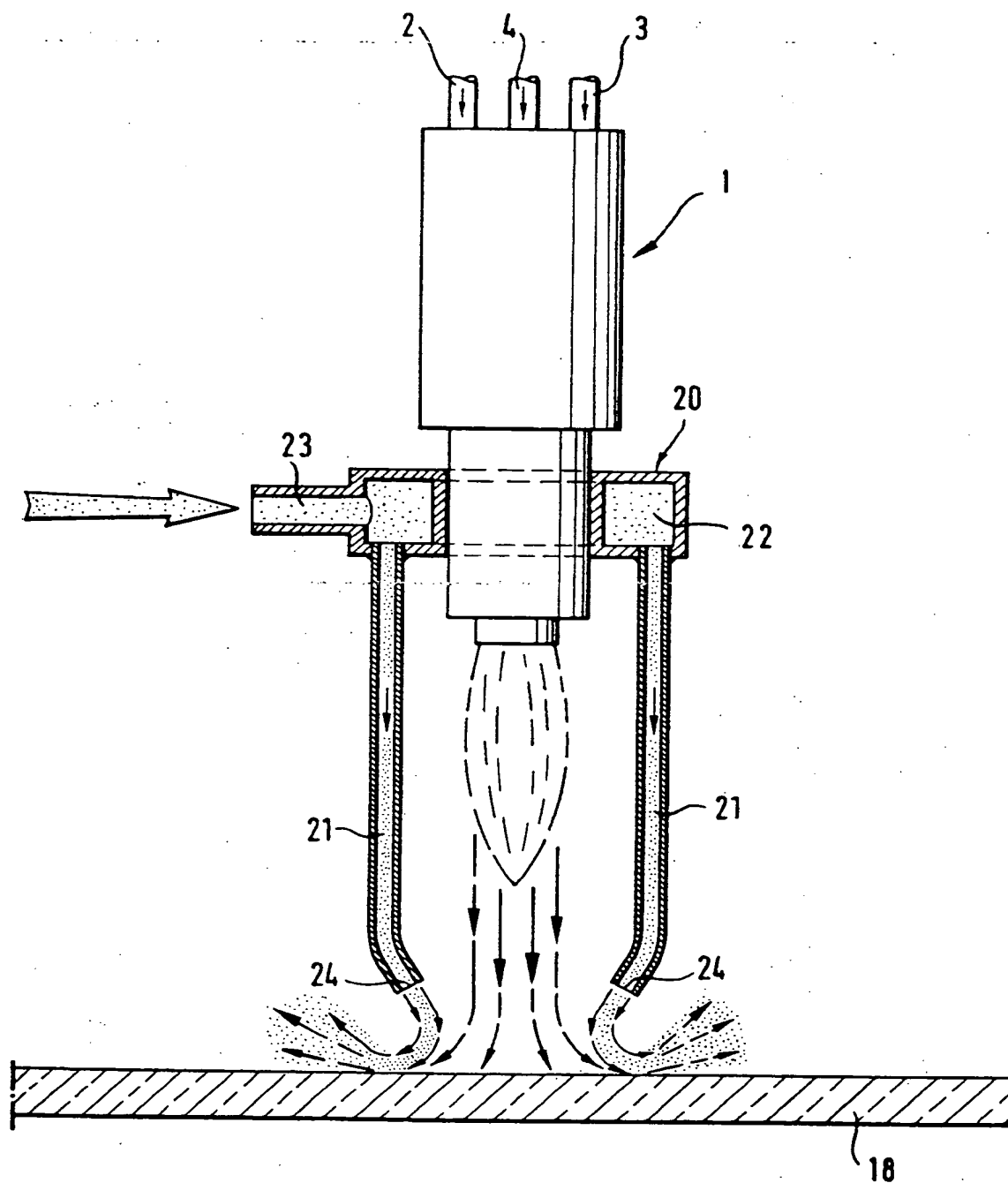


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 2634

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 263 469 (LINDE AG.) * page 2, ligne 1 - ligne 39 *	1-5	C03C17/00
Y	---	7	C03C17/10
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 496 (C-555)(3343) 23 Décembre 1988 & JP-A-63 206 459 (SHOWA DENKO K. K.) 25 Août 1988 * abrégé *	6, 8	C03C17/25
Y	-----	7	C23C4/12
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C03C C23C
BEST AVAILABLE COPY			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07 JANVIER 1992	Examineur VAN BONNEL L.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite F : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (11.81) (P0402)